

일본공개특허공보 평 13-133418호(2001.05.18) 1부.

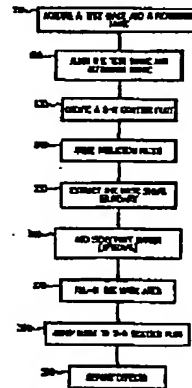
[첨부그림 1]

|   |       |   |  |   |  |
|---|-------|---|--|---|--|
| (15) 日本特許庁 (J.P.)                         |       | (12) 公開特許公報 (A)   |  | (11) 特許出願公開番号<br>特開2001-133418<br>(P2001-133418A) |  |
|   |       |   |  | (43) 公開日 平成13年5月18日 (2001.5.18)                   |  |
| (51) Int. Cl. <sup>7</sup>                | 発明の分野 | F I   |  | 特許の種別 (参考)  |  |
| G 0 1 N 21/658                            |       | G 0 1 N 21/658  |  | A   |  |
| G 0 1 D 11/34                             |       | G 0 1 D 15/00   |  | B   |  |
|   |       | G 0 1 N 13/10   |  | E   |  |
| G 0 1 N 13/10                             |       | G 0 6 T 1/00  |  | 3 0 5 A   |  |
| G 0 6 T 1/00                              | 3 0 5 |   |  | 2 0 0 C   |  |
| 特許請求の範囲 請求項 請求項の項数 10 O L (全 19 頁) 最終頁に続く |       |   |  |   |  |
| (21) 出願番号 特開2000-234567 (P2000-234567)    |       | (71) 出願人 500348219<br>シュルンベルジェ テクノロジーズ, イン<br>コーポレーテッド<br>アメリカ合衆国 カリフォルニア州<br>95134-2303 サンホセ, バイテック ド<br>ライブ 150 |  |   |  |
| (22) 出願日 平成12年5月2日 (2000.5.2)             |       | (72) 発明者 ハミット ケイ. アガジャン<br>アメリカ合衆国 カリフォルニア州<br>94503 バロ アルト, ウェスト ベイシ<br>ホア 2458, テンパー 7                          |  |   |  |
| (23) 優先権主張番号 09/368883                    |       | (74) 代理人 100065515<br>弁理士 内原 昌  |  |   |  |
| (32) 優先日 平成11年5月2日 (1999.5.2)             |       |   |  |   |  |
| (33) 優先権主張国 米国 (U.S.)                     |       |   |  |   |  |

(54) 【発明の名称】 帯状特許に基づく欠陥検出の方法及び装置

【課題】 半導体 IC デバイスの欠陥の検出において、帯状欠陥の検出を最小化するとともに、帯状欠陥の検出を可能にする。

【解決方法】 検出画像からの画素のグレーレベルを、帯状欠陥からの欠陥画素のグレーレベルと対応させてプロットすることにより、二次元分散プロットを作成する。その分散プロットに、帯状欠陥フィルタ処理を適用して、マスク生成用に抽出可能であり、検出可能であるマスク形状を生成する。検出画像上の欠陥画素を、互いに対応する画素のグレーレベル値と上記マスクとの比較により検出する。この発明の主要な用途は、半導体 IC デバイスの製造中の半導体ウェーハ欠陥の検出である。



## [첨부그림 2]

## 【補正請求の範囲】

【請求項1】欠陥を検出する方法であって、(a)検査対象の物体の第1の画像およびそれに関連する第2の画像を生成する過程と、(b)前記第1の画像を前記第2の画像と位置合わせする過程と、(c)前記第1の画像からの画像のグレーレベルを前記第2の画像からの対応の画像のグレーレベルと対応させてプロットすることにより第1のプロットを作成する過程と、(d)前記第1のプロットをフィルタ処理することにより第2のプロットを作成する過程と、(e)前記第2のプロットの形状により区画された部分を有するマスクを作成する過程と、(f)前記第1の画像に現れる欠陥を検出するように前記マスクを用いる過程とを含む方法。

【請求項2】形態素フィルタを用いてフィルタ処理を行う請求項1記載の方法。

【請求項3】前記マスクの範囲がユーザにより調整可能である請求項1記載の方法。

【請求項4】前記マスクの前記調整の円滑化のために移動平均フィルタを用いる過程をさらに含む請求項1記載の方法。

【請求項5】前記第2の画像をデータベースから得る請求項1記載の方法。

【請求項6】前記過程(c)および(d)のプロットをコンピュータに提出し可能な媒体に蓄積する過程をさらに含む請求項1記載の方法。

【請求項7】請求項1記載の方法の実行のためのプログラムを蓄積したコンピュータに提出し可能な媒体。

【請求項8】コンピュータに提出し可能な媒体であって、

位置座標およびグレーレベルで各々が定義される複数の画像を各々が有する第1の画像およびそれに関連する第2の画像を表すデータを含む複数の記憶位置と、

前記第1の画像からの画像のグレーレベルの前記第2の画像からの対応の画像のグレーレベルに対するプロットをフィルタ処理することにより作成したマスクを区画するデータを蓄積した複数の記憶位置を有するアレとを含むコンピュータに提出し可能な媒体。

【請求項9】前記フィルタ処理を形態素フィルタの採用により行う請求項8記載の方法。

【請求項10】前記第1の画像からの画像のグレーレベルの前記第2の画像からの画像のグレーレベルに対するプロットを円滑化するように移動平均アルゴリズムを用いる請求項8記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は従来的にはデジタル画像処理に関し、とくに画像比較技術を用いて半導体装置中の欠陥を検出するシステムおよび方法に関する。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】半導体ウェハ中の欠

陥の検出には画像比較技術が用いられる。通常は検査画像を取り込み、それを基準画像と比較する。これら二つの画像の間の欠陥の検出およびそれらに基づく特定の欠陥の特定のために欠陥検出アルゴリズムを用いる。いわゆるランダム画像検査モードでは、第1のダイの画像を取り込み、次に同一ウェハ中の第2のダイの画像と比較する。アレー検査モードも同様に動作するが、ダイの一面を同じダイの中で同一領域を有するもう一つの区画と比較するランダム画像検査モードと異なる。アレー検査モードは例えばメモリセルなど同一パターン反復構造のデバイスの検査に用いる。検査対象のウェハからの複数の画像を比較する代わりに、取り込んだ検査画像をデータベースからの既知の無欠陥基準画像と比較して欠陥を検出することもできる。

【0003】図1は従来技術における欠陥検出方法を図解する。分析対象のウェハの形状特徴の検査画像および基準画像をそのウェハの互いに異なる区画から例えば既製の電子ビーム画像化技術を用いて取り込む(ステップ110)。各画像は、その画像の中における位置および輝度またはグレーレベルで各々が定義される複数の画素からなる。画像処理におけるグレーレベルの利用はこの技術分野において周知であり、A.C.Conzelmann および R.E.Woods 共著「デジタル画像処理」(Addison-Wesley社1982年刊)の例えは第6章乃至第7章に記載されている。その記述をここに引用してその内容全部をこの明細書に組み入れる。次に、上記二つの画像を通常のように位置合わせして検査画像の中の前記形状特徴と基準画像の中の前記形状特徴とを照合できるようにする(ステップ120)。次に、これら二つの画像のグレーレベルを照合することによって差分画像を生成する(ステップ130)。互いに等しいグレーレベルを有する対合の画素は通常により等しくなるので上記差分画像が基準画像と検査画像との間の画素のグレーレベル偏差を表す。この差分画像の中の各画素のグレーレベルを計測し正規化したのも、図2の曲線200はドットヒストグラムにプロットする(ステップ140)。ヒストグラム200は上記差分画像の中で特定のグレーレベルを有する画素の数をプロットしたものである。例えば、ヒストグラム200はグレーレベル50の画素が上記差分画像の中に約400個あることを示す。

【0004】上記二つの画像に欠陥がない場合でも検査画像の一つの画素が基準画像の中の前記画素と同じでないことがあり得る。例えば、物理的層構造の相違や、画像取り込み電子ビームおよび信号処理における雑音や、同一画像中でグレーレベルの差に応じて変動する値などにより相違が生じ得るからである。すなわち、上記差分画像の中の画素は欠陥の存在を示すと見られない。この類似欠陥も実際の欠陥から区別するために、差分画像の各画素を既知と比較する(図1、ステップ150)。既知と似たグレーレベルを有する画素は実際の

[ 첨부그림 3 ]

の欠陥と判定する。例えば、階級値が500である場合（すなわち、被検面像のグレーレベルと基準面像のグレーレベルとの差が500単位である場合）は、その面像は欠陥であると判定する（図1、ステップ150）。次に操作者は次の処理段階でダイを廃棄する前にこの欠陥面像がダイの実際の欠陥を示すものであることを確認するために検証する。

【0005】考えられた検出面像について前述の階級値を見出すことは重要であるが正確なタスクである。階級値は、類似欠陥を識別しながら実際の欠陥を検出するように適正化しなければならない。階級値が低いほど多くの類似欠陥が検出される。階級欠陥は、各欠陥事後につき検出が必要となるので、製造工程に悪影響を及ぼす。一方、階級値を高くすると、類似欠陥面像は減るものの実際の欠陥が検出されないままになる可能性が高まる。

【0006】したがって、類似欠陥検出を最終に抑えながら実際の欠陥を確実に検出できる欠陥検出方法が必要になっている。

【0007】問題を解決するための手段 この発明の一つの実施例においては、第1の面像と第2の面像とを取り込んで位置合わせする。その第1の面像からの面像のグレーレベルを第2の面像からの対応面像のグレーレベルと対応させてプロットすることにより第1の二次元分画プロットを作成する。次に、この第1の分画プロットのデータまでフィルタ処理することにより第2の二次元分画プロットを作成する。この第2の分画プロットにマスクの形成のために検出可能なマスク形状を生成する。上記第1および第2の面像からの対応面像のグレーレベルを上記マスクと比較することにより欠陥を検出する。

【0008】**【発明の実施の形態】** この発明は解析対象の一枚の面像に面像階級比較手法を適用することにより、上述の従来技術の欠陥検出方法の問題点を解消する。上述の面像に対して所定の階級比較手法を適用する従来技術の方法と対照的に、この発明の方法は面像対の各々に対応した階級マスクを用いる。この発明は、電子ビーム比較検査システム、二階層フィールド比較検査システム、階層フィールド比較検査システム、レーザ比較検査システム、原子力顕微鏡（AFM）比較検査システムなど多様な面像形成装置に用いることができる。

【0009】図3はこの発明の実施例の方法の各ステップの説明図である。ステップ310において、例えば半導体装置の被検面像と基準面像とを併用の面像収束技術を用いて取り込む。この面像収束は、この出願と同一出願人名義の特許出願である特許2000-002020（「パターン形成する半導体装置における欠陥の検出」）（平成13年1月7日提出）に記載した従来技術の面像収束システムを用いて達成することもでき、同出願

をここに参照してその記載内容をこの明細書に組み入れる。

【0010】ステップ320において、上記検出面像および基準面像を位置合わせしてこれら両面像の間の対応面像比較を遂行できるようにする。この出願と同一出願人名義の特許出願である特許2000-002019（「形状特徴に基づく欠陥検出方法及び装置」）（平成12年1月7日提出）に記載した階級値を含む階級値合わせ手法をこの発明と組み合わせて用いることができ、同出願をここに参照してその記載内容をこの明細書に組み入れる。被検面像の中の形状特徴すべてを基準面像の中の各対応形状特徴と比較できるようにするために上記階級値合わせステップすなわちアライメントステップが必要である。

【0011】ステップ320を図4A乃至図4Cにさらに詳細に説明する。図4Aは面像411-416を含む被検面像410を示す。これら面像の各々は面像上の位置とグレーレベルとによって区別される。例えば、面像413は1=10、1=30（すなわち（10,30））の位置にある。面像413のグレーレベルはこの図解では50としてある。表1は被検面像410の上記面像の各々についての階級位置およびグレーレベルを示し、表2は基準面像420の面像421-426の各々についての階級位置およびグレーレベルを示す。

| 面 像 | 位 置 (1, j) | グ レー レベル |
|-----|------------|----------|
| 411 | (10, 10)   | 100      |
| 412 | (10, 20)   | 150      |
| 413 | (10, 30)   | 50       |
| 414 | (20, 30)   | 150      |
| 415 | (20, 20)   | 200      |
| 416 | (20, 10)   | 250      |

| 面 像 | 位 置      | グ レー レベル |
|-----|----------|----------|
| 421 | (10, 10) | 100      |
| 422 | (10, 20) | 150      |
| 423 | (10, 30) | 50       |
| 424 | (20, 20) | 150      |
| 425 | (20, 20) | 100      |
| 426 | (20, 10) | 0        |

図4Cは被検面像410と基準面像420との位置合わせを説明する。位置合わせした面像位置431は面像411および421を含み、位置合わせした面像位置432は面像412および422を含み、以下同様となる。

【0012】被検面像と基準面像とを位置合わせすると、両面像間の面像対面像対が図4となる。被検面像からの一つの面像のグレーレベルを基準面像の中の対応面像のグレーレベルと対応させて位置合わせするの各面像位置につきプロットすることによって、二次元（2D）分画プロットを作成する（図3、ステップ330）

## [첨부그림 4]

0). 図4Cを例として用いて述べると、面番411のグレーレベルを面番421のグレーレベルに対応させてプロットし、面番412のグレーレベルを面番422のグレーレベルに対応させてプロットし、以下同様とす

る。位置431-436についてステップ330を実行すると図3に示すデータが得られる。その結果得られた二次元分散プロット500を図5に示す。

表 3

| 位置合わせ<br>した面番位置<br>(xy) | 検体画像<br>の"グレー"レベル | 基準画像<br>の"グレー"レベル | 差<br>の"グレー"レベル<br>(gray.ref<br>-xy) |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| 431                     | 100               | 100               | (100, 100)                          |
| 432                     | 150               | 150               | (150, 150)                          |
| 433                     | 50                | 50                | (50, 50)                            |
| 434                     | 180               | 150               | (180, 150)                          |
| 435                     | 200               | 100               | (200, 100)                          |
| 436                     | 150               | 0                 | (250, 0)                            |

表3は位置合わせ済みの面番位置434、435および436がそれぞれ異なるグレーレベルを示し、したがって欠陥の存在を示していることを表す。一方、位置合わせ済みの面番位置431、432および433は、これら位置における検体画像および基準画像のグレーレベルが等しいので、欠陥ではない。分散プロット500(図5)は欠陥の存在に関する情報をもち、互いに等しいグレーレベルの位置合わせ済みの面番位置はすべて分散プロット500において低強度値501により表示される。低強度値1の表記は、検体画像と基準画像のグレーレベルが基準画像中の対応面番のグレーレベルに等しいので、1である。プロットされる位置が低強度値501から離れたほどグレーレベルの相違が大きくなり、その位置に欠陥が

存在する確率が高まる。分散プロット500において、位置434、435および436は低強度値501に近い値ではなく欠陥の存在を示している。この明瞭さにおいては、二次元(2D)分散データ点の座標を面番位置座標(1,1)から区別するために(array, row)で表示する。例えば、位置合わせ済みの面番位置435は位置(200, 100)の2D分散プロットデータ点として定義する。

【0010】二次元分散プロットをコンピュータプログラムで処理化する例的符号を下に示す。この例的符号ではグレーレベル値はメモリアレー変数(分散)でプロットされる。

```

/* PSEUDO CODE FOR CREATING A 2D SCATTER PLOT */
Acquire Reference Image;
Acquire Test Image;
Align Test Image to Reference Image;
Create a 256x256 Image named scatter;
Initialize Scatter to 0;

Do for i = 1 to Rows
  Do for j = 1 to MaxCols
    {
      p1 = Reference(i,j);
      p2 = Test(i,j);
      Scatter(p2,p1) = 1;
    }
  }
Plot Scatter as an Image;
/* END OF PSEUDO CODE */

```

上述の2D分散プロットはこの出願と同一出願人名義の米国特許出願第09/365,517号「欠陥検出のための二次元分散プロット手法」にも記載されているので、同出願をここに引用してその内容全体をこの明瞭書に組み入れる。

【0014】図6乃至図8は図3に示した実施例のステップ310、320および330の要約図解である。図6は欠陥501を含むウェーハから使用の手法で取り込んだ検体画像500である。基準画像700(図7)を

取り込んだのも検体画像500と位置合わせする。検体画像からの面番グレーレベルと基準画像の対応面番のグレーレベルと対応させてプロットすることにより、2D分散プロット800(図8)を作成する。この分散プロットは手計算で作成でき、またプログラムしたコンピュータを用いても作成できる。分散プロット800のデータ点を座標体系の中の白い点で示す。図示の面番501は検体画像500と基準画像700とが同じである位置合わせ済み面番位置を示す。例えば、検体画像500が面

## [첨부그림 5]

면적 900과 동일である場合は、分散プロット 900 のデータ点はすべて直線 901 上にある。

【0015】分散プロット 900 は、被検画像および参照画像の中の欠陥 901 の面積も入れた全画像についてのグレースケール係数を含む。上述のとおり、データ点の位置が直線 901 から遠いほどそのデータ点が欠陥の存在を示している確率が低い。この説明の方法は、この情報を利用して、欠陥面と健全面との区別のために分散プロット 900 に使用できるマスクを形成する。このマスクを外れたデータ点は欠陥面と判定する。

【0016】このマスクの輪郭または境界を算出するために、分散プロット 900 のデータ点に逆ラプラスフィルタ処理を適用する(図 3, ステップ 340)。この逆ラプラスフィルタは、例えば逆ラプラスフィルタなど多様な種類の逆ラプラスフィルタで構成できる。形態学フィルタはこの技術分野で周知であり、S. Jahnke, 著「ディジタル画像処理の概念、アルゴリズムおよび科学的応用」(Springer Verlag, 1991 年刊) 第 11 回および R. C. Gonzales および R. E. Woods 共著「ディジタル画像処理」(Addison-Wesley, 1992 年刊) 第 8 回にも記載されているのでこれらを参照してその内容全部をこの明細書に組み入れる。形態学フィルタ処理はマスク形状を画するように分散プロット 900 のデータ点を「圧縮」し「浄化」する。図 9A に示した 80 分散プロット 900 は分散プロット 900 に形態学フィルタ処理を適用した結果である。この分散プロット 900 はマスク形状 900 を示す。

【0017】境界抽出はマスク形状の境界データ点の各々の座標を記憶するデータ処理である(図 3, ステップ 350)。マスク形状 900 の境界抽出のための一つのアルゴリズムは次のとおりである。

マスク形状抽出アルゴリズム

(a1) 図 9B に示すとおり、分散プロット 900 の左上角から右下角に延びる直線 901 を描く。

(a2) 直線 901 から境界点までの垂直距離の値をたどる二つのアレーを作成する。それらアレーの片方を「上側」アレーと表示する。「上側」アレーは直線 901 の上側(すなわち参照 902 で示した領域)の境界点の上記垂直距離の値をたどるのに用いる。上記アレーの値方、すなわち「下側」アレーは直線 901 の下側(すなわち欠陥 903 で示した領域)の境界点の上記垂直距離の値をたどるのに用いる。垂直距離の例を直線 901 から境界点 904 に延びる直線 904 の長さとして図 9B に示してある。もう一つの垂直距離の例を直線 901 から境界点 907 に延びる直線 905 の長さとして図示してある。

(a3) 「上側」および「下側」アレーの構成要素全部を論理 0 に初期化する。

(a4) 分散プロット 900 上の座標位置 (x, y, z) の各々についてその座標にデータ点があるか否かをチェックする。データ点がある場合は下記

ステップ (a5) 乃至 (a9) に従い、ない場合は分散プロット上の次の位置に動く。図 8, 図 9A および図 9B において、データ点は暗色背景に白い点で示してある(すなわち、データ点または図 1 の点は白い点で示し、データなしの点または図 0 の点は黒い点で示してある)。すなわち、図 9B の暗色の部分はデータ点を含まない点で無視する。

(a5) 分散プロット位置がデータ点を有する場合は直線 901 からの垂直距離 Dopero を算出。また、このデータ点の一次元 (1D) 距離プロフィールに近い位置 Rprofile を算出する。一次元 (1D) 距離プロフィールについてはさらに後述する。Rprofile は  $Rprofile = (tgray + rgray) / 2$  (式 1) で算出できる。

(a6) 座標 (tgray, rgray) が直線 901 の上側にある場合は Dopero は正の値とし、下側にある場合は負の値とする。

(a7) Dopero が「上側」アレーの要素 Rprofile に算出された垂直距離よりも大きい場合は「上側」アレーの要素 Rprofile に Dopero を置換する。

(a8) Dopero が「下側」アレーの要素 Rprofile に算出された垂直距離よりも小さい場合は「下側」アレーの要素 Rprofile に Dopero を置換する。

(a9) 上記ステップをデータ点全部について繰り返す。

【0018】上述のマスク形状抽出アルゴリズムの実行時には「上側」および「下側」アレーはマスク形状境界点の垂直距離を含む。これら垂直距離の値および対応の Rprofile を図 10A に示した 1D 距離プロフィールの作成に用いる。直線 1010 は「上側」アレーの要素 Rprofile に算出された垂直距離のグラフであり、直線 1020 は「下側」アレーについての同様のグラフである。この抽出したマスク形状の情報をさらに明確にするために、例えば、移動平均アルゴリズムを用いて距離プロフィール 1000 をさらに円滑化することもできる。移動平均アルゴリズムは A. V. Daponte および R. E. Schaffer 共著「離散時間信号処理」(Prentice-Hall, 1988 年刊) に記載されていて周知であるので、本文を参照してその内容全部をこの明細書に組み入れる。図 10B に示した距離プロフィール 2000 は上述の距離プロフィール 1000 に移動平均アルゴリズムを適用した結果得られたものである。直線 1030 および 1040 はそれぞれ直線 1010 および 1020 の移動平均である。

【0019】ユーザがマスクの輪郭を変更できるようにするために、抽出したマスク形状に感度マージンを適用することもできる(図 3, ステップ 360)。ユーザの選択した感度の値を抽出マスク形状の許容またはオフセットに用いることもできる。図 10C の直線 1050 は

## [첨부그림 6]

座標 1030 の各点に座標値 *sevalue* を加算した結果を示す。座標 1060 は座標 1040 の各点から *sevalue* を加算した結果を示す。

(0020) 抽出したマスク形状の境界内の座標値すべてに補填することによってマスク参照用テーブルを作成する(図3, ステップ370)。抽出したマスク形状の補填のためのアルゴリズムを図98の分散プロット850を用いて図解する。

マスク形状補填用アルゴリズム

(b1) 二次元分散プロット *Mscatter* を作成する。 *Mscatter* のすべてのデータ点を図理1に設定する。

(b2) 分散プロット950の位置 (*teray*, *rey*) の各々につき上記の式1を用いて *Rprofile* を算出し、最近距離 *Dperro* を得る。

(b3) 図108に示した距離プロファイル2000(座標マージンを用いた場合は図100に示した距離プロファイル)に *Rprofile* および *Dperro* をプロットする。点 (*Rprofile*, *Dperro*) が座標 1030 および 1040 に囲まれている場合は *Mscatter* の位置 (*teray*, *rey*) を図理10にリセットする。それ以外の場合は分散プロット950の次の位置 (*teray*, *rey*) に移行する。

(b4) 上記のステップを位置全部について繰り返す。

(0021) 上記のアルゴリズムにより図11の *Mscatter1100* が得られる。 *Mscatter1100* は二次元分散プロット中の欠陥点の検出に使えるマスク1110を生成。マスク1110の内側の点はすべて図理0である。図12は分散プロット800に重畳したマスク1110を示す。マスクの外側のデータ点はすべて欠陥点と判定する。

| 0語法で<br>示した欠陥      | 参考文献<br>の頁番号 | ステップ     | 注 釈                        |
|--------------------|--------------|----------|----------------------------|
| hist209            | A/3          | 330      | 2D分散プロット                   |
| hist_209_open      | A/3          | 340      | 形態学フィルタ                    |
| hist_209_10profile | A/4          | 350      | 1Dプロファイルを抽出し<br>移動平均を適用    |
| hist_209_fitbound  | A/3          | 360, 370 | 座標マージンおよびマスク               |
| hist_209_thresh    | A/6          | 380      | 補填<br>欠陥検出用にチェック<br>(補填比較) |

図13乃至15はこの発明の方法の効果をさらに示す。上記のアルゴリズムのステップ(c1)乃至(c4)を用いて分散プロット800上の欠陥を検出するように *Mscatter1100* を用いると、図19に示した欠陥マップ1300が得られる。なお、欠陥マップ1300は検出座標800(図6)の欠陥801を正しく検定している。

(0022) 欠陥の検出にマスク1110を用いる一つのアルゴリズムは次のとおりである。

マスクを用いた欠陥検出アルゴリズム

(c1) 検出画像および基準画像の両方すべてについて、対応のグレーレベル *teray* および *rey* をそれぞれ計算する。

(c2) *Mscatter1100* の位置 (*teray*, *rey*) が図理0であれば、それはその位置がマスクの内側にありしたがって欠陥点ではないことを示す。検出画像および基準画像の次の画像について移行する。

(c3) *Mscatter1100* の位置 (*teray*, *rey*) が図理1であれば、それはその位置がマスクの外側にあり欠陥があることを示す。欠陥点を報告する。

(c4) 検出画像および基準画像の両方すべてについて移行する。

(0023) 添付の参考文献はこの発明の実施例のしかたの他の例を示す。この参考文献はこの発明の方法のコンピュータ実装によるソースコードを示す。このコードは欠陥検査システムに使用の形で結合したコンピュータもしくはプロセッサまたは欠陥検査システムの一部を構成するコンピュータもしくはプロセッサによって実行する。それらシステムがこのソースコード、演算結果として得られるプロット、マスクなどをコンピュータに読み取り可能なメモリに通常蓄積することはもちろんである。本4はこの発明の方法の各ステップと上記参考文献のソースコードとの間の対応関係を示す。

(0024) 図14は座標1401および1402で画した所定の座標を分散プロット800に適用した状態を図解する。所定の座標の利用は上記米国特許出願第09/365,517号に記載してあるので、当分野をさらに参照してその内容を全体をこの明細書に組み入れる。直

## [첨부그림 7]

도 1401および1402に図まれていない又は欠陥面を判定する。図15は上記所定の距離を分散プロット800に適用して得られた欠陥マップを示す。なお、欠陥801の検出に至らない多数の類似欠陥が検出されていたことには注意されたい。

【0025】この明確さの記載は説明を目的とするものであって限定を意図するものではないことを理解されたい。この発明の範囲と実態を逸脱することなく多数の變形が可能である。この発明の範囲は特許請求の範囲の各請求項の文意のみによって解釈されなければならない。

【図1】従来技術における欠陥検出方法の案内図。

【図2】図1の二次元分散プロットに形態学フィルタ処理を適用した結果を示す図。

【図3】本発明の一実施例の方法の各ステップの説明図。

【図4】図4A-図4Cは本発明によるアライメントステップの説明図。

【図5】本発明による二次元分散プロットを示す図。

【図6】ウェーハから得られた基板面像を示す図。

【図7】ウェーハから得られた基準面像を示す図。

【図8】本発明による二次元分散プロットを示す図。

【図9A】図8の二次元分散プロットに形態学フィルタ処理を適用した結果を示す図。

【図9B】図8の二次元分散プロットに形態学フィルタ処理を適用した結果を示す図。

【図10A】本発明による一次元距離プロファイルを示す図。

【図10B】本発明による一次元距離プロファイルを示す図。

【図10C】本発明による一次元距離プロファイルを示す図。

【図11】本発明によるマスクを示す図。

【図12】フィルタ処理なしの二次元分散プロットに適用したマスクを示す図。

【図13】適応型マスクを用いて得られたウェーハ欠陥マップを示す図。

【図14】フィルタ処理していない二次元プロットに適用した所定の距離を示す図。

【図15】所定の距離を用いて得られたウェーハ欠陥マップを示す図。

【符号の説明】

図1

110 基準面像および基板面像を取り込む

120 面像を位置合わせする

130 差分面像(基準面像-基板面像)

140 計測、正規化、ヒストグラム作成

150 閾値比較

155 欠陥検出を知らせる

図2

310 基板面像と基準面像とを取り込む

320 それら基準面像と基板面像とを位置合わせする

330 2D分散プロットを作成する

340 超音波フィルタ処理にかける

350 マスク形状境界を抽出する

360 感度マージンを加算する(オプション)

370 マスク境界を明確にする

380 2D分散プロットにマスクを適用する

390 欠陥を知らせる

200 ヒストグラム作成

410 抽出面像

420 基準面像

411-416, 421-426 画像

431-436 位置合わせした面像位置

501 仮設面像

600 抽出面像

700 基準面像

800, 850 分散プロット

900 マスク形状

901 面像

905, 907 境界線

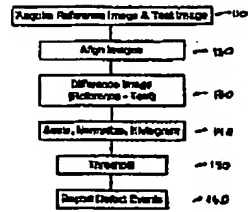
1000, 2000 距離プロファイル

1100 マスク

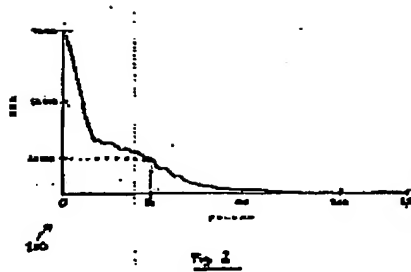
1200 欠陥マップ

[첨부그림 8]

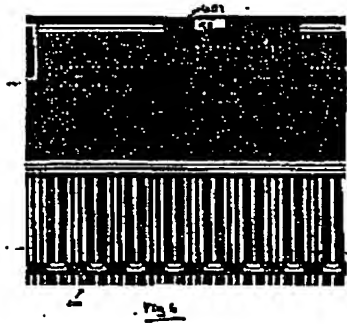
[도 1]



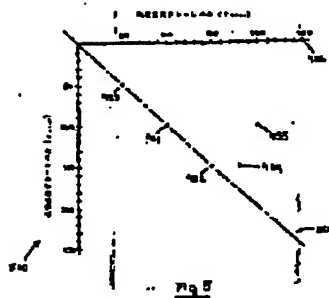
[도 2]



[도 3]



[도 4]

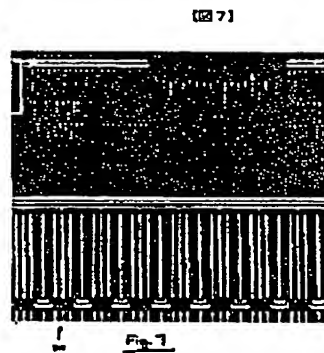
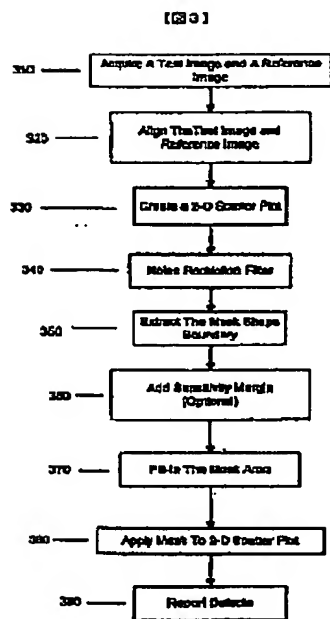


19-8

19-8



[첨부그림 9]



[첨부그림 10]

(24)

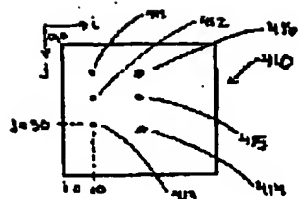


Fig. 4A

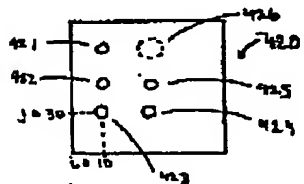


Fig. 4B

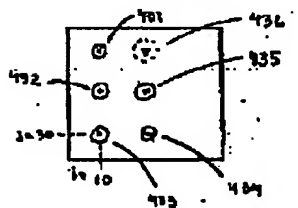


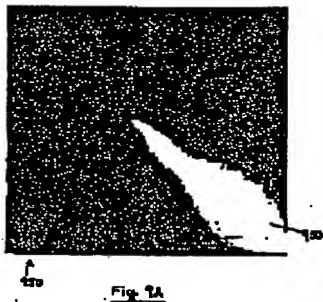
Fig. 4C

19-10

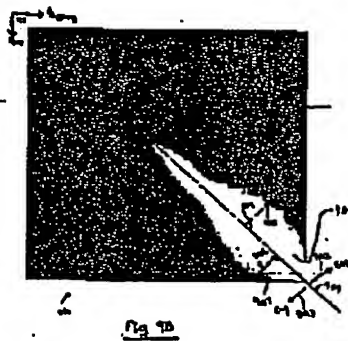
19-10

[첨부그림 11]

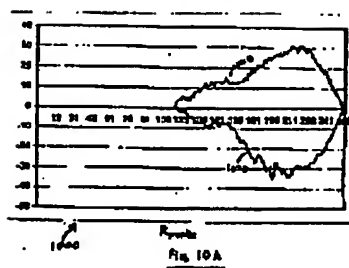
[29A]



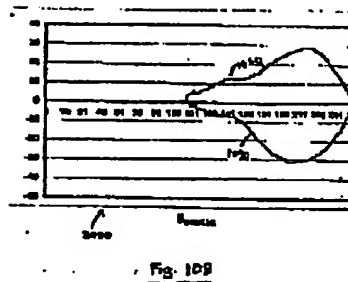
[29B]



[210A]



[210B]



19-11

19-11

[첨부그림 12]

(210C)

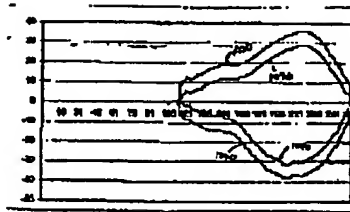


Fig. 10C

(211)

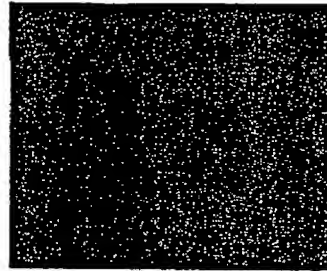


Fig. 11

(212)

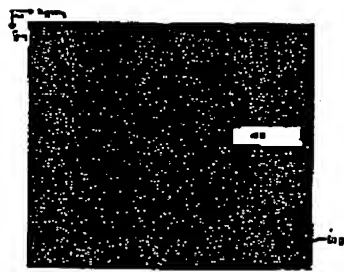


Fig. 12

(213)

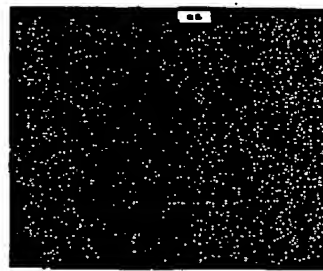


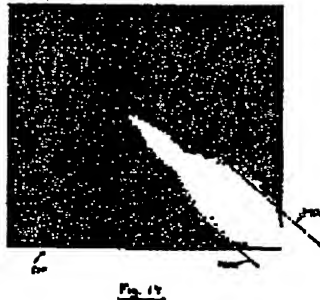
Fig. 13

19-12

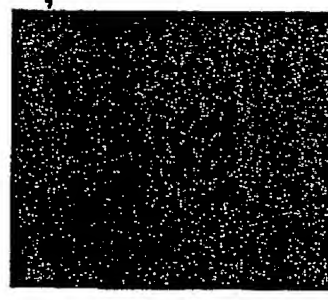
19-12

[ 첨부그림 13 ]

[ 圖 14 ]



[ 圖 15 ]



【手続補正書】

【提出日】平成12年8月9日（2000. 8. 9）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】ステップ320を図4A乃至図4Cにさらに詳細に図解する。図4Aは画像411-416を含む184x画像410を示す。これらの画像の各々は画像上の位置とグレーレベルとによって区別される。例えば、画像413は1=10、1=30（すなわち10、30）の位置にある。画像413のグレーレベルはこの図解では0としてある。表1は画像410の上記画像の各々についての座標位置およびグレーレベルを示し、表2は画像420の画像421-426の各々についての座標位置およびグレーレベルを示す。

表 1

| 画 素 | 座 標 (1, 1) | グ レー レベル |
|-----|------------|----------|
| 411 | (0, 30)    | 100      |
| 412 | (10, 30)   | 100      |
| 413 | (10, 30)   | 0        |
| 414 | (20, 30)   | 100      |
| 415 | (30, 30)   | 100      |
| 416 | (30, 30)   | 100      |

表 2

| 画 素 | 座 標     | グ レー レベル |
|-----|---------|----------|
| 421 | (0, 0)  | 100      |
| 422 | (10, 0) | 100      |
| 423 | (10, 0) | 0        |
| 424 | (20, 0) | 100      |
| 425 | (30, 0) | 100      |
| 426 | (30, 0) | 100      |

図4Cは画像410と画像420との位置合わせを図解する。位置合わせした画像位置431は画像411および421を含み、位置合わせした画像位置432は画像412および422を含み、以下同様となる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】画像420と画像410とを位置合わせする

19-13

19-13

## [첨부그림 14]

と、両面電極の面単位面積対比が既知となる。該面電極からの一つの面電極のグレーレベルを該面電極の中の対比の面電極のグレーレベルと対応させて位置合わせずみの各面電極位置につきプロットすることによって、二次元(2D)分散プロットを作成する(図3、ステップ300)。図4Cを例として用いて述べると、面電411のグレーレベルを面電421のグレーレベルに対応させて

プロットし、面電412のグレーレベルを面電422のグレーレベルに対応させてプロットし、以下同様とする。位置431-436についてステップ300を実行すると図3に示すデータが得られる。その結果得られた二次元分散プロット500を図5に示す。

| 位置合わせ<br>した面電極 | 面電極<br>アドレス | 面電極<br>アドレス | 面電極<br>(Gray Level) |
|----------------|-------------|-------------|---------------------|
| 431            | 100         | 100         | (100, 100)          |
| 432            | 150         | 150         | (150, 150)          |
| 433            | 200         | 200         | (200, 200)          |
| 434            | 250         | 250         | (250, 250)          |
| 435            | 300         | 300         | (300, 300)          |
| 436            | 350         | 350         | (350, 350)          |

表3は位置合わせずみの面電極位置434、435および436がそれぞれグレーレベルを呈し、したがって欠陥の存在を示していることを表す。一方、位置合わせずみの面電極位置431、432および433は、これら位置における該面電極および背面電極のグレーレベルが等しいので、欠陥ではない。分散プロット500(図5)は欠陥の存在に関する情報をもたらす。互いに等しいグレーレベルの位置合わせずみ面電極位置はすべて分散プロット500において仮想面電極501により表示できる。仮想面電極1の位置は、該面電極のグレーレベルが該面電極中の対比面電極のグレーレベルに等しいので、1である。プロットされる位置が仮想面電極501から離れるほどグレーレベルの値が大きくなり、その位置に欠陥が存在する確率が高まる。分散プロット500において、位置434、435および436は仮想面電極501に近い、なく欠陥の存在を示している。この明細書において、二次元(2D)分散データ点の座標を面電極位置座標(1, 1)から区別するために(1, 1)を(1, 1)と表示する。例えば、位置合わせずみ面電極位置

435は位置(200, 100)の2D分散プロットデータ点として定義する。

【手続修正3】

【修正対象項目名】明細書

【修正対象項目名】0023

【修正方法】変更

【修正内容】

【0023】添付の参考資料はこの発明の実施例のしかたの他の例を示す。この参考資料はこの発明の方法のCプログラム言語によるソースコードを示す。このコードは欠陥検査システムに使用の形で結合したコンピュータもしくはプロセッサまたは欠陥検査システムの一部を構成するコンピュータもしくはプロセッサによって実行する。それらシステムがこのソースコード、実行結果として得られるプロット、マスクなどをコンピュータに接続可能なメモリに記憶保持することも当然である。表4はこの発明の方法の各ステップと上記参考資料のソースコードとの間の対応関係を示す。

[첨부그림 15]

제 1

| 구분<br>구분명   | 구분<br>구분명   | 구분<br>구분명   | 구분<br>구분명   |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 |
| 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 |
| 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 |
| 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 |
| 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 | 1.1.1.1.1.1 |

본 도면은 본 발명의 방법의 효과를 나타낸다.  
 위의 알고리즘의 스텝 (c 1)乃至 (c 4)을  
 이용하여 플롯 800상의 데이터를 출력하는 방법에  
 scatter 1100을 이용하면, 본 도면에 나타낸

플롯 1300이 얻어진다. 본 도면, 플롯 1300  
 0는 플롯 800 (본 도면)의 플롯 801을  
 수정한 것이다.

[수정방법]

[출력] 2000년 12월 4일 (2000. 12. 4)

[수정방법] 2000

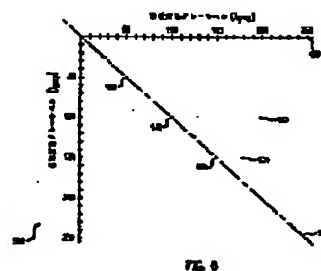
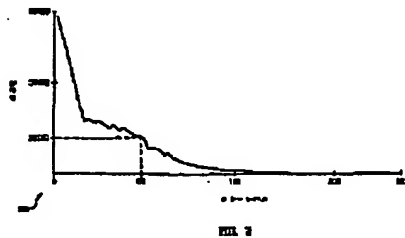
[수정방법 1]

[수정방법 2]

[수정방법 3]

[본 도면]

[본 도면]



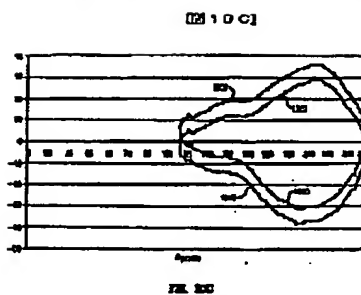
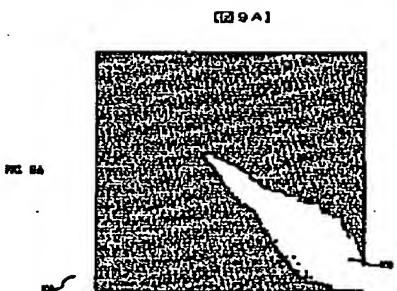
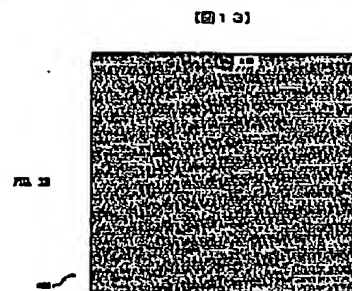
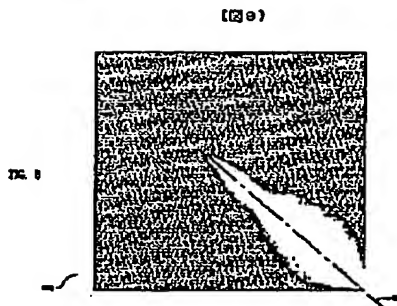
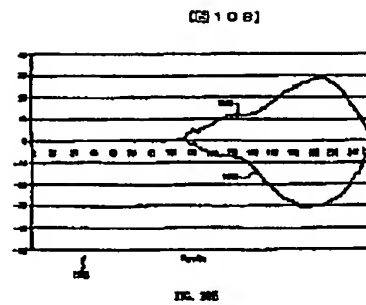
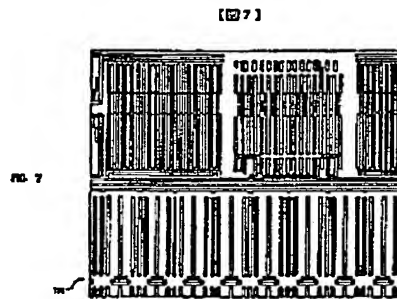
19-15

19-15





[첨부그림 17]

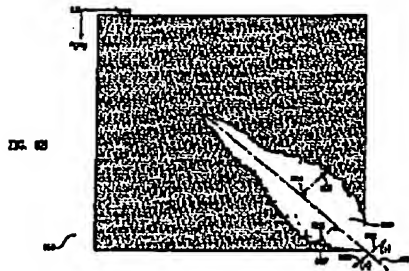


19-17

19-17

[첨부그림 18]

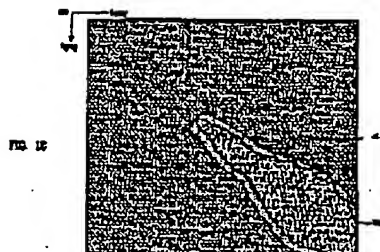
[298]



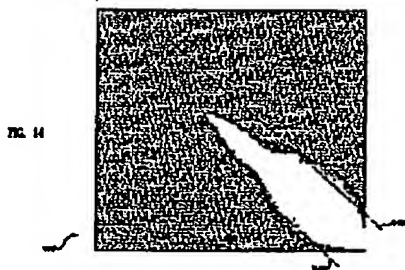
[299]



[300]



[301]



19-18

19-18

[ 첨부그림 19]

[ 15 ]



フロントページ

(5) 1st. CL. 7

200

F I

テーマコート (参考)

Q06T 2/00

H01L 21/66

J

H01L 21/66

G01N 23/223

// G01N 23/223

G01B 11/24

F

19-19

19-19